

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

JPA 2000-277478

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2000277478 A

(43) Date of publication of application: 06.10.00

(51) Int. Cl.
H01L 21/304
C25D 11/32
C25F 3/12
H01L 21/02

(21) Application number: 11082352

(22) Date of filing: 25.03.99

(71) Applicant: CANON INC

(72) Inventor: MATSUMURA SATOSHI
YAMAGATA KENJI

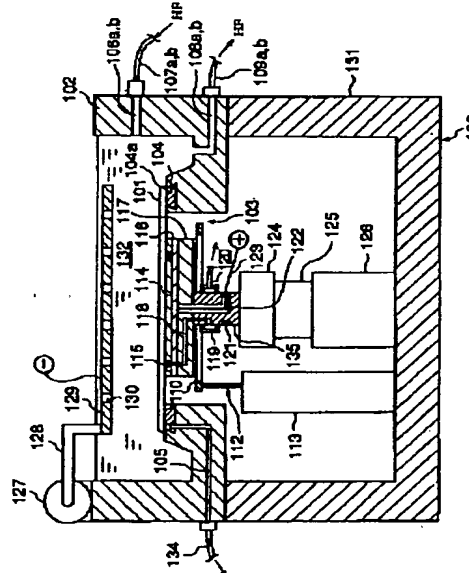
(54) ANODIZATION DEVICE AND SYSTEM,
SUBSTRATE PROCESSING DEVICE AND
METHOD, AND MANUFACTURE THEREOF

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable a silicon substrate to be less affected by gas generated in a nodization reaction.

SOLUTION: A silicon substrate 101 as a work is kept horizontal in position, a negative electrode 129 is arranged over the silicon substrate 101, and a positive electrode 114 is brought into contact with the rear of the substrate 101. A space between the negative electrode 129 and the positive electrode 114 is filled up with an HF solution 132. A large number of vent holes 130 are provided to the negative electrode 129 so as to prevent gas generated by anodization reaction from gathering under the electrode 129.



THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-277478

(P 2 0 0 0 - 2 7 7 4 7 8 A)

(43) 公開日 平成12年10月6日(2000.10.6)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I		テームコード (参考)
H01L 21/304	646	H01L 21/304	646	
	648		648	A
C25D 11/32		C25D 11/32		
C25F 3/12		C25F 3/12		
H01L 21/02		H01L 21/02		B
		審査請求	未請求	請求項の数48 O L (全27頁)

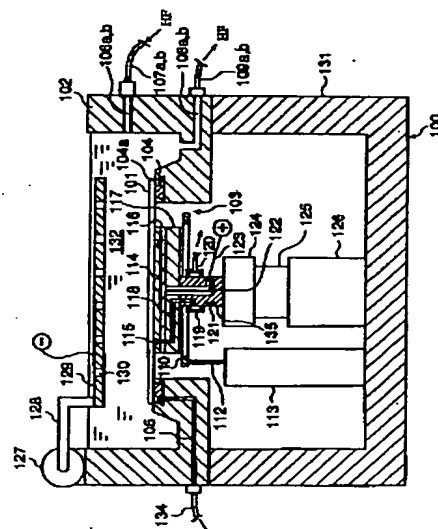
(21) 出願番号	特願平11-82352	(71) 出願人	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成11年3月25日(1999.3.25)	(72) 発明者	松村 聡 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ ノン株式会社内
		(72) 発明者	山方 憲二 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ ノン株式会社内
		(74) 代理人	100076428 弁理士 大塚 康德 (外2名)

(54) 【発明の名称】 陽極化成装置、陽極化成システム、基板の処理装置及び処理方法、並びに基板の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 陽極化成反応によって生じるガスによる影響を低減する。

【解決手段】 処理対象のシリコン基板101を水平に保持し、シリコン基板101の上方にマイナス電極129を配置すると共にシリコン基板101の裏面にプラス電極114を接触させる。マイナス電極129とシリコン基板101との間にはHF溶液132を満たす。マイナス電極129には、陽極化成反応によって生じるガスが、その下部に溜まることを防止するために、多数のガス抜き用の穴130が設けられている。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板に対して陽極化成処理を施す陽極化成装置であって、

処理対象の基板を実質的に水平に保持する保持部と、
該基板の上方に該基板に対向させて配置されるマイナス電極と、
該基板の下方に配置されるプラス電極と、
該基板と前記マイナス電極との間に電解質溶液を満たすための陽極化成槽と、
を備え、前記マイナス電極は、その下部にガスが溜まることを防止する機能を有することを特徴とする陽極化成装置。

【請求項 2】 前記マイナス電極は、その下部にガスが溜まることを防止するためのガス抜き用の穴を有することを特徴とする請求項 1 に記載の陽極化成装置。

【請求項 3】 前記プラス電極は、陽極化成処理の際に、処理対象の基板の下面に直接接触した状態で該基板に電流を供給することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の陽極化成装置。

【請求項 4】 前記プラス電極のうち少なくとも処理対象の基板に接触する部分は、半導体材料で構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の陽極化成装置。

【請求項 5】 前記プラス電極を支持する電極支持部を更に備え、前記電極支持部は、前記プラス電極を着脱するための機構を有することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載の陽極化成装置。

【請求項 6】 前記プラス電極は、処理対象の基板を吸着するための吸着機構を有することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか 1 項に記載の陽極化成装置。

【請求項 7】 前記吸着機構は、真空吸着機構であることを特徴とする請求項 6 に記載の陽極化成装置。

【請求項 8】 前記保持部は、処理対象の基板をその下面の周辺部で保持することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか 1 項に記載の陽極化成装置。

【請求項 9】 前記保持部は、処理対象の基板をその下面の周辺部を吸着することによって保持するための吸着部を有することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか 1 項に記載の陽極化成装置。

【請求項 10】 前記陽極化成槽は、底部に開口部を有し、前記保持部によって処理対象の基板を保持することにより内部に液体を満たすことが可能な状態になることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 9 のいずれか 1 項に記載の陽極化成装置。

【請求項 11】 前記プラス電極は、前記開口部の内側において処理対象の基板の下面に接触することを特徴とする請求項 10 に記載の陽極化成装置。

【請求項 12】 前記プラス電極を昇降させるための電極用昇降機構を更に備えることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 11 のいずれか 1 項に記載の陽極化成装置。

【請求項 13】 処理対象の基板を実質的に水平面内で回転させ、これにより該基板に付着している液体を除去するための回転駆動機構を更に備えることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 12 のいずれか 1 項に記載の陽極化成装置。

【請求項 14】 前記保持部による基板の保持が解除された状態で、該基板を吸着した前記プラス電極を実質的に水平面内で回転させ、これにより該基板を回転させるための回転駆動機構を更に備えることを特徴とする請求項 6 に記載の陽極化成装置。

【請求項 15】 前記陽極化成槽は、その底部に、前記プラス電極を処理対象の基板の下面に接触させるための開口部を有し、前記保持部は、前記陽極化成槽の底部に、前記開口部に沿って円環状に配置されており、処理対象の基板をその下面の周辺部で保持することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか 1 項に記載の陽極化成装置。

【請求項 16】 前記プラス電極を昇降させる電極用昇降機構と、
処理対象の基板が前記保持部に接触しない位置まで前記電極用昇降機構によって該基板を上昇させた状態で、該基板を前記プラス電極に吸着させて前記プラス電極を実質的に水平面内で回転させることによって該基板を回転させるための回転駆動機構と、
を更に備えることを特徴とする請求項 15 に記載の陽極化成装置。

【請求項 17】 処理対象の基板を搬送ロボットから受け取って該基板を前記保持部に保持させるための基板操作機構を更に備えることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 16 のいずれか 1 項に記載の陽極化成装置。

【請求項 18】 処理対象の基板を搬送ロボットから受け取って該基板を前記保持部に保持させると共に処理が終了した基板を前記搬送ロボット又は他の搬送ロボットに引き渡すための基板操作機構を更に備えることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 16 のいずれか 1 項に記載の陽極化成装置。

【請求項 19】 前記陽極化成槽の上部で処理対象の基板を搬送ロボットから受け取って、その後、該基板を下降させて前記保持部に保持させるための昇降機構を更に備えることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 16 のいずれか 1 項に記載の陽極化成装置。

【請求項 20】 前記陽極化成槽の上部で処理対象の基板を搬送ロボットから受け取って、その後、該基板を下降させて前記保持部に保持させると共に処理が終了した基板を前記保持部から受け取って、その後、該基板を上昇させて前記搬送ロボット又は他の搬送ロボットに引き渡すための基板用昇降機構を更に備えることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 16 のいずれか 1 項に記載の陽極化成装置。

【請求項 21】 前記昇降機構は、処理対象の基板を下

方から支持する支持部を有し、該支持部上に該基板を載せて該基板を昇降させることを特徴とする請求項 2 0 に記載の陽極化成装置。

【請求項 2 2】 前記支持部は、処理対象の基板を実質的に水平な状態で搬送ロボットとの間で受け渡しすることを特徴とする請求項 2 1 に記載の陽極化成装置。

【請求項 2 3】 前記支持部は、処理対象の基板を下方から支持した搬送ロボットとの間で該基板を受け渡すことが可能な構造を有することを特徴とする請求項 2 1 又は請求項 2 2 に記載の陽極化成装置。

【請求項 2 4】 前記マイナス電極を移動させるための駆動機構を更に備えることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 2 3 のいずれか 1 項に記載の陽極化成装置。

【請求項 2 5】 前記駆動機構は、処理対象の基板を前記保持部に保持させる際は、前記陽極化成槽の外に前記マイナス電極を移動させ、該基板に陽極化成処理を施す際には、該基板に前記マイナス電極を対向させることを特徴とする請求項 2 4 に記載の陽極化成装置。

【請求項 2 6】 前記陽極化成槽の内部に電解質溶液を供給するための供給部を更に備えることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 2 5 のいずれか 1 項に記載の陽極化成装置。

【請求項 2 7】 前記陽極化成槽から電解質溶液を排出するための排出部を更に備えることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 2 6 のいずれか 1 項に記載の陽極化成装置。

【請求項 2 8】 前記陽極化成槽の内部に電解質溶液を供給すると共に前記陽極化成槽から前記電解質溶液を排出しながら前記電解質溶液を循環させる循環系を更に備えることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 2 6 のいずれか 1 項に記載の陽極化成装置。

【請求項 2 9】 基板に陽極化成処理を施した後に、前記陽極化成槽の内部に洗浄液を供給するための供給部を更に備えることを特徴とする請求項 2 6 乃至請求項 2 8 のいずれか 1 項に記載の陽極化成装置。

【請求項 3 0】 前記陽極化成槽から洗浄液を排出するための排出部を更に備えることを特徴とする請求項 2 9 に記載の陽極化成装置。

【請求項 3 1】 前記陽極化成槽に電解質溶液を満たして基板に陽極化成処理を施し、その後、前記陽極化成槽に洗浄液を満たして該基板を洗浄する装置として利用することができることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 0 のいずれか 1 項に記載の陽極化成装置。

【請求項 3 2】 前記陽極化成槽に電解質溶液を満たして基板に陽極化成処理を施し、その後、前記陽極化成槽に洗浄液を満たして該基板を洗浄し、その後、該基板を乾燥させる装置として利用することができることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 0 のいずれか 1 項に記載の陽極化成装置。

【請求項 3 3】 基板に陽極化成処理を施す陽極化成装

置であって、
陽極化成槽と、
マイナス電極と、
プラス電極と、

前記マイナス電極と前記プラス電極との間に電圧を印加して基板に陽極化成処理を施すために、前記陽極化成槽を利用して、前記マイナス電極と該基板との間に電解質溶液を供給するための第 1 の供給部と、
陽極化成処理後の基板に洗浄処理を施すために、前記陽極化成槽を利用して、該基板に洗浄液を供給する第 2 の供給部と、

を備えることを特徴とする陽極化成装置。

【請求項 3 4】 前記陽極化成槽の中で、洗浄後の基板を回転させることによって該基板を乾燥させるための回転駆動機構を更に備えることを特徴とする請求項 3 3 に記載の陽極化成装置。

【請求項 3 5】 基板の処理装置であって、
処理槽と、

前記処理槽の中で、基板に対して、陽極化成処理、洗浄処理及び乾燥処理のうち少なくとも連続する 2 種類の処理を施す処理手段と、

を備えることを特徴とする基板の処理装置。

【請求項 3 6】 前記処理手段は、基板を実質的に水平な状態に維持したまま該基板に処理を施すことを特徴とする請求項 3 5 に記載の基板の処理装置。

【請求項 3 7】 前記処理手段は、基板を下方からのみ支持しながら該基板に処理を施すことを特徴とする請求項 3 5 又は請求項 3 6 に記載の処理装置。

【請求項 3 8】 基板を実質的に水平な状態で搬送ロボットから受け取って処理し、処理後の基板を実質的に水平な状態で搬送ロボットに引き渡すための基板操作手段を更に備えることを特徴とする請求項 3 5 乃至請求項 3 7 のいずれか 1 項に記載の処理装置。

【請求項 3 9】 前記基板操作手段は、基板をその下方からのみ支持して操作することを特徴とする請求項 3 8 に記載の処理装置。

【請求項 4 0】 陽極化成システムであって、
請求項 1 乃至請求項 3 2 のいずれか 1 項に記載の陽極化成装置と、

未処理の基板を前記陽極化成装置に引き渡し、処理後の基板を前記陽極化成装置から受け取って所定位置まで搬送する搬送ロボットと、
前記陽極化成装置による陽極化成処理及び前記搬送ロボットによる基板の搬送処理を制御する制御部と、
を備えることを特徴とする陽極化成システム。

【請求項 4 1】 陽極化成システムであって、
請求項 1 乃至請求項 3 2 のいずれか 1 項に記載の陽極化成装置と、

未処理の基板を実質的に水平な状態で下方から支持して前記陽極化成装置に引き渡し、陽極化成処理の後の基板

を前記陽極化成装置から実質的に水平な状態で下方から支持して受け取って所定位置まで搬送する搬送ロボットと、

前記陽極化成装置による陽極化成処理及び前記搬送ロボットによる基板の搬送処理を制御する制御部と、を備えることを特徴とする陽極化成システム。

【請求項42】 陽極化成システムであって、請求項1乃至請求項28のいずれか1項に記載の陽極化成装置と、

陽極化成処理の後の基板を洗浄し乾燥させる洗浄／乾燥装置と、

未処理の基板を前記陽極化成装置に引き渡し、陽極化成処理の後の基板を前記陽極化成装置から受け取って前記洗浄／乾燥装置に引き渡し、洗浄し乾燥された基板を前記洗浄／乾燥装置から受け取って所定位置まで搬送する搬送ロボットと、

前記陽極化成装置による陽極化成処理、前記洗浄／乾燥装置による洗浄／乾燥処理及び前記搬送ロボットによる基板の搬送処理を制御する制御部と、を備えることを特徴とする陽極化成システム。

【請求項43】 基板の処理方法であって、基板を実質的に水平に保持し、該基板の上方にマイナス電極を対向させると共に該基板の下方にプラス電極を配置し、該基板と前記マイナス電極との間に電解質溶液を満たす第1工程と、

陽極化成反応により生じるガスが前記マイナス電極の下部に溜まることを防止しながら、前記マイナス電極と前記プラス電極との間に電圧を印加して該基板に陽極化成処理を施す第2工程と、

を含むことを特徴とする基板の処理方法。

【請求項44】 前記マイナス電極として、その下部にガスが溜まることを防止する構造を有するマイナス電極を使用することを特徴とする請求項43に記載の基板の処理方法。

【請求項45】 前記マイナス電極として、その下部にガスが溜まることを防止するガス抜き用の穴を有するマイナス電極を使用することを特徴とする請求項43に記載の基板の処理方法。

【請求項46】 基板の処理方法であって、

陽極化成槽を利用して基板に陽極化成処理を施す第1工程と、

前記陽極化成槽を利用して、陽極化成処理が施された基板に洗浄処理を施す第2工程と、

を含むことを特徴とする基板の処理方法。

【請求項47】 前記陽極化成槽の中で、洗浄処理が施された基板に乾燥処理を施す第3工程を更に含むことを特徴とする請求項46に記載の基板の処理方法。

【請求項48】 基板の製造方法であって、

請求項43乃至請求項47のいずれか1項に記載の基板の処理方法によって基板の表面に多孔質層を形成する工

程と、

前記多孔質層上に少なくとも半導体層を有する第1の基板を作成する工程と、

前記第1の基板の前記半導体層側の面に第2の基板を貼り合わせて貼り合わせ基板を作成する工程と、

前記多孔質層の部分で前記貼り合わせ基板を2枚の基板に分離する工程と、

を含むことを特徴とする基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、陽極化成装置、陽極化成システム、基板の処理装置及び処理方法、並びに基板の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】多孔質シリコンは、A. Uhler及びD. R. Turnerにより、弗化水素酸の水溶液中において単結晶シリコンを正電位にバイアスして、これを電解研磨する研究の過程で発見された。

【0003】その後、多孔質シリコンの反応性に富む性質を利用して、該多孔質シリコンをシリコン集積回路の製造の際の素子分離工程に応用する検討がなされ、多孔質シリコン酸化膜による完全分離技術(FIPOS: Full Isolation by Porous Oxidized Silicon)等が開発された(K. Imai, Solid State Electron 24, 159, 1981)。

【0004】また、最近では、多孔質シリコン基板上にシリコンエピタキシャル層を成長させて、該基板を酸化膜を介して非晶質基板や単結晶シリコン基板に貼り合わせる直接接合技術等への応用技術が開発された(特開平5-21338号)。

【0005】その他の応用として、多孔質シリコンは、それ自体が発光するフォトルミネッセンスやエレクトロルミネッセンス材料としても注目されている(特開平6-338631号)。

【0006】以下、多孔質シリコン層を有する基板を製造するための従来の陽極化成装置について説明する。

【0007】図20は、従来例に係る陽極化成装置(特開昭60-94737号)の構成を示す図である。この陽極化成装置では、シリコン基板1901を両側から挟むようにして、耐HF材料であるテフロン(米国du Pont社の商品名)製の陽極化成槽1902a及び1902bを配置して構成される。陽極化成槽1902a、1902bがシリコン基板1001を保持する部分には、シール用のリング1904a、1904bが夫々取り付けられている。また、陽極化成槽1902a、1902bには、夫々白金電極1903a、1903bが設けられている。2つの陽極化成槽1902a及び1902bによりシリコン基板1901を挟んだ後、陽極化成槽1902a、1902bには、夫々HF溶液1905a、1905bが満たされる。この状態で、白金電極1903aをマイナス電極とし、白金電極1903bをプラス電極と

して両電極間に直流電圧を印加することによりシリコン基板 1901 が陽極化成されて、そのマイナス電極側の面に多孔質シリコン層が形成される。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上記の従来例のように、シリコン基板を垂直に保持して該基板に陽極化成処理を施す方式では、陽極化成反応によって発生するガス（例えば、水素ガス）がシリコン基板の表面に長時間にわたって滞留したり、或いは、シリコン基板の表面を伝って上昇したりすることがある。この場合、シリコン基板に形成される多孔質層の表面にガスの跡が残って不均一になり、品質や歩留まりの低下、更には生産性の低下を齎す。従って、陽極化成反応によって生じるガスが陽極化成反応に影響を与えないようにする新たな方式の導入が望まれている。

【0009】また、多孔質シリコン層を有する基板の品質や生産性を高めるためには、陽極化成処理の際のシリコン基板の汚染を低減すること、陽極化成処理及びそれに付随する処理（例えば、洗浄処理、乾燥処理）を含む一連の処理の際のシリコン基板の汚染を低減することが重要である。

【0010】また、多孔質シリコン層を有する基板の生産性を高めるためには、陽極化成処理やそれに付随する処理を含む一連の処理を高速化することも重要である。

【0011】また、昨今のシリコン基板の大口径化の傾向に鑑み、大口径化に容易に対応できる方式を提案することも重要である。

【0012】本発明は、例えば上記の背景に鑑みてなされたものであり、新たな陽極化成の方式を提案することを目的とする。

【0013】具体的には、本発明は、例えば、陽極化成反応によって生じるガスによる影響を防止することを目的とする。

【0014】また、本発明は、例えば、処理対象の基板の汚染を防止することを目的とする。

【0015】また、本発明は、例えば、陽極化成処理及びそれに付随する処理を含む一連の処理を高速化することを目的とする。

【0016】また、本発明は、例えば、大口径化への対応が容易化することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置は、基板に対して陽極化成処理を施す陽極化成装置であって、処理対象の基板を実質的に水平に保持する保持部と、該基板の上方に該基板に対向させて配置されるマイナス電極と、該基板の下方に配置されるプラス電極と、該基板と前記マイナス電極との間に電解質溶液を満たすための陽極化成槽とを備え、前記マイナス電極は、その下部にガスが溜まることを防止する機能造を有することを特徴とする。

【0018】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記マイナス電極は、その下部にガスが溜まることを防止するためのガス抜き用の穴を有することが好ましい。

【0019】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記プラス電極は、陽極化成処理の際に、処理対象の基板の下面に直接接触した状態で該基板に電流を供給することが好ましい。

【0020】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記プラス電極のうち少なくとも処理対象の基板に接触する部分は、半導体材料で構成されていることが好ましい。

【0021】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記プラス電極を支持する電極支持部を更に備え、前記電極支持部は、前記プラス電極を着脱するための機構を有することが好ましい。

【0022】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記プラス電極は、処理対象の基板を吸着するための吸着機構を有することが好ましい。

【0023】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記吸着機構は、真空吸着機構であることが好ましい。

【0024】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記保持部は、処理対象の基板をその下面の周辺部で保持することが好ましい。

【0025】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記保持部は、処理対象の基板をその下面の周辺部を吸着することによって保持するための吸着部を有することが好ましい。

【0026】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記陽極化成槽は、底部に開口部を有し、前記保持部によって処理対象の基板を保持することにより内部に液体を満たすことが可能な状態になることが好ましい。

【0027】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記プラス電極は、前記開口部の内側において処理対象の基板の下面に接触することが好ましい。

【0028】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記プラス電極を昇降させるための電極用昇降機構を更に備えることが好ましい。

【0029】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、処理対象の基板を実質的に水平面内で回転させ、これにより該基板に付着している液体を除去するための回転駆動機構を更に備えることが好ましい。

【0030】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記保持部による基板の保持が解除された状態で、該基板を吸着した前記プラス電極を実質的に水平面内で回転させ、これにより該基板を回転させるための回転駆動機構を更に備えることが好ましい。

【0031】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記陽極化成槽は、その底部に、前記プラス電極を処理対象の基板の下面に接触させるための開口部を有し、前記保持部は、前記陽極化成槽の底部に、前記開口部に沿って円環状に配置されており、処理対象の基板をその下面の周辺部で保持することが好ましい。

【0032】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記プラス電極を昇降させる電極用昇降機構と、処理対象の基板が前記保持部に接触しない位置まで前記電極用昇降機構によって該基板を上昇させた状態で、該基板を前記プラス電極に吸着させて前記プラス電極を実質的に水平面内で回転させることによって該基板を回転させるための回転駆動機構とを更に備えることが好ましい。

【0033】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、処理対象の基板を搬送ロボットから受け取って該基板を前記保持部に保持させるための基板操作機構を更に備えることが好ましい。

【0034】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、処理対象の基板を搬送ロボットから受け取って該基板を前記保持部に保持させると共に処理が終了した基板を前記搬送ロボット又は他の搬送ロボットに引き渡すための基板操作機構を更に備えることが好ましい。

【0035】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記陽極化成槽の上部で処理対象の基板を搬送ロボットから受け取って、その後、該基板を下降させて前記保持部に保持させるための昇降機構を更に備えることが好ましい。

【0036】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記陽極化成槽の上部で処理対象の基板を搬送ロボットから受け取って、その後、該基板を下降させて前記保持部に保持させると共に処理が終了した基板を前記保持部から受け取って、その後、該基板を上昇させて前記搬送ロボット又は他の搬送ロボットに引き渡すための基板用昇降機構を更に備えることが好ましい。

【0037】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記昇降機構は、処理対象の基板を下方から支持する支持部を有し、該支持部上に該基板を載せて該基板を昇降させることが好ましい。

【0038】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記支持部は、処理対象の基板を実質的に水平な状態で搬送ロボットとの間で受け渡しすることが好ましい。

【0039】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記支持部は、処理対象の基板を下方から支持した搬送ロボットとの間で該基板を受け渡すことが可能な構造を有することが好ましい。

【0040】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記マイナス電極を移動させるための駆動機構を更に備えることが好ましい。

【0041】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記駆動機構は、処理対象の基板を前記保持部に保持させる際は、前記陽極化成槽の外に前記マイナス電極を移動させ、該基板に陽極化成処理を施す際には、該基板に前記マイナス電極を対向させることが好ましい。

【0042】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記陽極化成槽の内部に電解質溶液を供給するための供給部を更に備えることが好ましい。

【0043】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記陽極化成槽から電解質溶液を排出するための排出部を更に備えることが好ましい。

【0044】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記陽極化成槽の内部に電解質溶液を供給すると共に前記陽極化成槽から前記電解質溶液を排出しながら前記電解質溶液を循環させる循環系を更に備えることが好ましい。

【0045】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、基板に陽極化成処理を施した後に、前記陽極化成槽の内部に洗浄液を供給するための供給部を更に備えることが好ましい。

【0046】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記陽極化成槽から洗浄液を排出するための排出部を更に備えることが好ましい。

【0047】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記陽極化成槽に電解質溶液を満たして基板に陽極化成処理を施し、その後、前記陽極化成槽に洗浄液を満たして該基板を洗浄する装置として利用することができることが好ましい。

【0048】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記陽極化成槽に電解質溶液を満たして基板に陽極化成処理を施し、その後、前記陽極化成槽に洗浄液を満たして該基板を洗浄し、その後、該基板を乾燥させる装置として利用することができることが好ましい。

【0049】本発明の第2の側面に係る陽極化成装置は、基板に陽極化成処理を施す陽極化成装置であって、陽極化成槽と、マイナス電極と、プラス電極と、前記マイナス電極と前記プラス電極との間に電圧を印加して基板に陽極化成処理を施すために、前記陽極化成槽を利用して、前記マイナス電極と該基板との間に電解質溶液を供給するための第1の供給部と、陽極化成処理後の基板に洗浄処理を施すために、前記陽極化成槽を利用して、該基板に洗浄液を供給する第2の供給部とを備えることを特徴とする。

【0050】本発明の第2の側面に係る陽極化成装置において、例えば、陽極化成槽の中で、洗浄後の基板を回

転させることによって該基板を乾燥させるための回転駆動機構を更に備えることが好ましい。

【0051】本発明の第3の側面に係る基板の処理装置は、処理槽と、前記処理槽の中で、基板に対して、陽極化成処理、洗浄処理及び乾燥処理のうち少なくとも連続する2種類の処理を施す処理手段とを備えることを特徴とする。

【0052】本発明の第3の側面に係る基板の処理装置において、例えば、前記処理手段は、基板を実質的に水平な状態に維持したまま該基板に処理を施すことが好ましい。

【0053】本発明の第3の側面に係る基板の処理装置において、例えば、前記処理手段は、基板を下方からのみ支持しながら該基板に処理を施すことが好ましい。

【0054】本発明の第3の側面に係る基板の処理装置において、例えば、基板を実質的に水平な状態で搬送ロボットから受け取って処理し、処理後の基板を実質的に水平な状態で搬送ロボットに引き渡すための基板操作手段を更に備えることが好ましい。

【0055】本発明の第3の側面に係る基板の処理装置において、例えば、前記基板操作手段は、基板をその下方からのみ支持して操作することが好ましい。

【0056】本発明の第4の側面に係る陽極化成システムは、上記のいずれかの陽極化成装置と、未処理の基板を前記陽極化成装置に引き渡し、処理後の基板を前記陽極化成装置から受け取って所定位置まで搬送する搬送ロボットと、前記陽極化成装置による陽極化成処理及び前記搬送ロボットによる基板の搬送処理を制御する制御部とを備えることを特徴とする。

【0057】本発明の第5の側面に係る陽極化成システムであって、上記のいずれかの陽極化成装置と、未処理の基板を実質的に水平な状態で下方から支持して前記陽極化成装置に引き渡し、陽極化成処理の後の基板を前記陽極化成装置から実質的に水平な状態で下方から支持して受け取って所定位置まで搬送する搬送ロボットと、前記陽極化成装置による陽極化成処理及び前記搬送ロボットによる基板の搬送処理を制御する制御部とを備えることを特徴とする。

【0058】本発明の第6の側面に係る陽極化成システムは、上記のいずれかの陽極化成装置と、陽極化成処理の後の基板を洗浄し乾燥させる洗浄／乾燥装置と、未処理の基板を前記陽極化成装置に引き渡し、陽極化成処理の後の基板を前記陽極化成装置から受け取って前記洗浄／乾燥装置に引き渡し、洗浄し乾燥された基板を前記洗浄／乾燥装置から受け取って所定位置まで搬送する搬送ロボットと、前記陽極化成装置による陽極化成処理、前記洗浄／乾燥装置による洗浄／乾燥処理及び前記搬送ロボットによる基板の搬送処理を制御する制御部とを備えることを特徴とする。

【0059】本発明の第7の側面に係る基板の処理方法

は、基板を実質的に水平に保持し、該基板の上方にマイナス電極を対向させると共に該基板の下方にプラス電極を配置し、該基板と前記マイナス電極との間に電解質溶液を満たす第1工程と、陽極化成反応により生じるガスが前記マイナス電極の下部に溜まることを防止しながら、前記マイナス電極と前記プラス電極との間に電圧を印加して該基板に陽極化成処理を施す第2工程と、を含むことを特徴とする。

【0060】本発明の第7の側面に係る基板の処理方法において、例えば、前記マイナス電極として、その下部にガスが溜まることを防止する構造を有するマイナス電極を使用することが好ましい。

【0061】本発明の第7の側面に係る基板の処理方法において、前記マイナス電極として、その下部にガスが溜まることを防止するガス抜き用の穴を有するマイナス電極を使用することが好ましい。

【0062】本発明の第8の側面に係る基板の処理方法は、陽極化成槽を利用して基板に陽極化成処理を施す第1工程と、前記陽極化成槽を利用して、陽極化成処理が施された基板に洗浄処理を施す第2工程とを含むことを特徴とする。

【0063】本発明の第8の側面に係る基板の処理方法において、例えば、前記陽極化成槽の中で、洗浄処理が施された基板に乾燥処理を施す第3工程を更に含むことが好ましい。

【0064】本発明の第9の側面に係る基板の製造方法は、上記のいずれかの基板の処理方法によって基板の表面に多孔質層を形成する工程と、前記多孔質層上に少なくとも半導体層を有する第1の基板を作成する工程と、前記第1の基板の前記半導体層側の面に第2の基板を貼り合わせて貼り合わせ基板を作成する工程と、前記多孔質層の部分で前記貼り合わせ基板を2枚の基板に分離する工程とを含むことを特徴とする。

【0065】

【発明の実施の形態】まず、本発明の好適な実施の形態に係る陽極化成装置により製造される多孔質シリコン層を有する基板の代表的な適用例としてSOI基板の製造方法について説明する。

【0066】図1は、本発明の好適な実施の形態に係るSOI基板の製造方法を工程順に説明する図である。

【0067】図1(a)に示す工程では、単結晶Si基板11を準備して、後述の各実施の形態に係る陽極化成装置によって、その表面に多孔質Si層12を形成する。この多孔質層Si層12として、処理条件を段階的に変更することによって、多孔度の異なる複数の層からなる多層構造の多孔質層を形成してもよい。

【0068】次いで、図1(b)に示す工程では、多孔質Si層12上に非多孔質層である単結晶Si層13をエピタキシャル成長法により形成し、その後、単結晶Si層13の表面を酸化させることにより非多孔質の絶縁

層である SiO_2 層 14 を形成する。これにより、第 1 の基板 10 が形成される。

【0069】図 1 (c) に示す工程では、第 2 の基板 20 として単結晶 Si 基板を準備し、第 1 の基板 10 の SiO_2 層 14 が第 2 の基板 20 に面するように、第 1 の基板 10 と第 2 の基板 20 とを室温で密着させる。その後、この基板に、陽極接合、加圧若しくは熱処理又はこれらを組合わせた処理を施してもよい。この処理により、第 2 の基板 20 と SiO_2 層 14 が強固に結合した貼り合わせ基板 30 が形成される。なお、 SiO_2 層 14 は、上記のように単結晶 Si 基板 11 側に形成しても良いし、第 2 の基板 20 上に形成しても良く、両者に形成しても良く、結果として、第 1 の基板と第 2 の基板を密着させた際に、図 8 (c) に示す状態になれば良い。

【0070】図 1 (d) に示す工程では、貼り合わせ基板 30 を多孔質 Si 層 12 の部分で分離する。これにより、第 2 の基板側 (10' + 20) は、多孔質 Si 層 12' / 単結晶 Si 層 13 / 絶縁層 14 / 単結晶 Si 基板 20 の積層構造となる。一方、第 1 の基板側 (10') は、単結晶 Si 基板 11 上に多孔質 Si 層 12' を有する構造となる。

【0071】分離後の第 1 の基板側 (10') は、残留した多孔質 Si 層 12' を除去し、必要に応じて、その表面を平坦化することにより、再び第 1 の基板 10 を形成するための単結晶 Si 基板 11 又は第 2 の基板 20 として使用される。

【0072】貼り合わせ基板 30 を分離した後、図 1 (e) に示す工程では、第 2 の基板側 (10' + 20) の表面の多孔質層 12' を選択的に除去する。これにより、単結晶 Si 層 13 / 絶縁層 14 / 単結晶 Si 基板 20 の積層構造、即ち、 SOI 構造を有する基板が得られる。

【0073】陽極化成反応によるシリコン基板の多孔質化、即ち、細孔の形成処理は、例えば HF 溶液中で行われる。この処理には、シリコン基板中に正孔が存在することが不可欠であることが知られており、その反応メカニズムは、次のように推定される。

【0074】まず、 HF 溶液中で電界が印加されたシリコン基板内の正孔が該シリコン基板のマイナス電極側の表面に誘起される。その結果、シリコン基板の表面の未結合手を補償する形で存在している $\text{Si}-\text{H}$ 結合の密度が増加する。この時、マイナス電極側の HF 溶液中の F^- イオンが、 $\text{Si}-\text{H}$ 結合に対して求核攻撃を行って $\text{Si}-\text{F}$ 結合を形成する。この反応により H_2 分子が発生すると同時にプラス電極側に 1 個の電子が放出される。

【0075】 $\text{Si}-\text{F}$ 結合が形成されると、 $\text{Si}-\text{F}$ 結合の分極特性のためにシリコン基板の表面近傍の $\text{Si}-\text{Si}$ 結合が弱くなる。すると、この弱い $\text{Si}-\text{Si}$ 結合は、 HF 或いは H_2O に攻撃され、結晶表面の Si 原子は、 SiF_4 を形成して結晶表面から離脱する。その結

果、結晶表面に窪みが発生し、この部分に正孔を優先的に引き寄せる電場の分布 (電界集中) が生じ、この表面異質性が拡大することによりシリコン原子の蝕刻が電界に沿って連続的に進行する。

【0076】上記のように、陽極化成処理には正孔の存在が不可欠であるため、処理対象の基板としては P 型のシリコン基板が好適であるが、 N 型のシリコン基板であっても、例えば光を照射して正孔の生成を促進することにより、使用することができる。

【0077】なお、陽極化成に使用する溶液は、 HF 溶液に限定されず、他の電解質溶液であってもよい。

【0078】以下、本発明の好適な実施の形態に係る陽極化成装置について説明する。

【0079】〔第 1 の実施の形態〕図 2 ~ 図 9 は、本発明の第 1 の実施の形態に係る陽極化成装置の概略構成を示す図である。図 10 は、図 2 ~ 図 9 に示す陽極化成装置 100 の一部を上方から見た図である。

【0080】本発明の第 1 の実施の形態に係る陽極化成装置 100 では、陽極化成処理、洗浄処理、乾燥処理を含む一連の処理を実施することができる。従って、この陽極化成装置 100 によれば、陽極化成処理、洗浄処理及び乾燥処理を個別に実施するための各装置間で基板を搬送する必要がないため、例えば、1) 生産性が高く、2) 基板を落下させる可能性がなく、また、3) 装置の小型化が可能である。

【0081】また、この陽極化成装置 100 では、処理対象の基板を水平に保持して、陽極化成処理、洗浄処理及び乾燥処理の一連の処理を実施する。従って、例えば、基板を水平に保持して搬送する搬送ロボットから基板を受け取る場合において、その基板を回転 (例えば、垂直にする) させることなく、その基板に一連の処理を施すことができるため、基板を操作する効率を向上させることができる。

【0082】また、この陽極化成装置 100 では、処理対象の基板を下方から支持して、陽極化成処理、洗浄処理及び乾燥処理を実施する。従って、基板を落下させる可能性を低減することができる。

【0083】また、この陽極化成装置 100 では、多孔質層を形成すべき面が上になるようにして実質的に水平に基板を保持して、その基板に陽極化成処理を施すため、陽極化成反応によって生じるガスを速やかに基板の表面から除去することができると共に該ガスが基板の表面を伝うことを防止することができる。従って、この陽極化成装置 100 によれば、高品位の基板を高い歩留まりで製造することができる。ここで、多孔質層を形成すべき面が上になるようにして実質的に水平に基板を保持することに伴い、この陽極化成装置 100 では、マイナス電極を基板に対向させて該基板の上方に配置する。この場合、マイナス電極の下部に陽極化成反応によって生じるガス (例えば水素ガス) が溜まり、これにより陽極

化成処理の効率が低下するという問題がある。そこで、この陽極化成装置 100 では、マイナス電極の下部にガスが溜まることを防止するための手段を設けて、陽極化成処理の効率の低下を防止している。

【0084】また、この陽極化成装置 100 では、処理対象の基板の裏面、即ち、多孔質層を形成しない面のみに基板の操作用の部材を接触させるため、基板の表面、即ち、多孔質層を形成する面の汚染や破損等を効果的に防止することができる。

【0085】また、この陽極化成装置 100 では、処理対象の基板の裏面にシリコン材料を介して電流を供給するため、基板の裏面が汚染されることを防止することができる。

【0086】また、この陽極化成装置 100 では、処理対象の基板をプラス電極に吸着させるため、例えば、該基板とプラス電極との接触を良好に維持され、通電の不良による陽極化成処理の失敗を低減することができる。

【0087】以下、本発明の第 1 の実施の形態に係る陽極化成装置 100 の構成について説明する。

【0088】この陽極化成装置 100 は、搬送ロボットから処理対象のシリコン基板 101 を受け取って処理用の位置に移動させると共に処理後のシリコン基板 101 を該搬送ロボット又は他の搬送ロボットに引き渡すための機構として、シリコン基板 101 の昇降機構を有する。この昇降機構は、円環状部材 110 の上に設けられた 3 本のリフトピン 111 によってシリコン基板 101 の裏面を下方から支持して該シリコン基板 101 を昇降させる。円環状部材 110 は、昇降用アクチュエータ（例えば、エアシリンダ）113 のロッド 112 の上端に連結されており、該アクチュエータ 113 により駆動される。

【0089】この陽極化成装置 100 は、上部に陽極化成槽（処理槽）102 を有し、下部に該陽極化成槽 102 を支持するための支持体 131 を有する。

【0090】陽極化成槽 102 は、陽極化成用の処理液に対して耐性を有する材料で構成される。例えば、陽極化成用の処理液として HF 溶液を採用する場合には、陽極化成槽 102 は、例えば、耐 HF 製の材料である四弗化エチレン樹脂（商品名：テフロン）等で構成されることが好ましい。

【0091】陽極化成槽 102 の底部には、シリコン基板 101 にプラス電極 114 を直接接触させるための円形状の開口部 103 が設けられている。陽極化成槽 102 の底部には、開口部 103 に沿って、円環状の吸着パッド 104 が取り付けられている。吸着パッド 104 は、例えば、パーフロロエチレンで構成される。吸着パッド 104 の表面には、シリコン基板 101 を真空吸着するための円環状の溝 104a が設けられており、この溝 104a は吸引孔 105 を介して真空ライン 134 に通じている。真空ライン 134 は、真空ポンプ（不図

示）に接続される。

【0092】この陽極化成槽 102 は、シリコン基板 101 を吸着パッド 104 に吸着させることによって、槽内に陽極化成用の処理液又は洗浄用の処理液を満たすことができる状態となる。

【0093】陽極化成槽 102 には、槽内に処理液を注入するための 2 つの注入口 106a、106b と、処理液を排出するための排出口 108a、108b とが設けられている。注入口 106a、108b は、夫々処理液の供給ライン 107a、b に通じており、排出口 108a、108b は、夫々処理液の回収ライン 109a、109b に通じている。なお、図 2 ～ 図 9 では、図面を簡略化するため、1 組の注入口、排出口、供給ライン及び回収ラインのみが示されている。

【0094】この実施の形態では、シリコン基板 101 に陽極化成処理を施す際は、供給ライン 107a を通して陽極化成用の処理液（例えば、HF 溶液）を陽極化成槽 102 の槽内に供給すると共に回収ライン 109a を通して該処理液を回収することにより該処理液を循環させる循環系を構成する。一方、陽極化成処理の後のシリコン基板 101 を洗浄する際は、供給ライン 107b を通して洗浄用の処理液（例えば、純水）を陽極化成槽 102 の槽内に供給すると共に回収ライン 109b を通して該処理液を回収用タンクに回収する。なお、各処理液は、例えば、シリコン基板 101 の上方等から供給してもよい。

【0095】シリコン基板 101 に陽極化成処理を施す際には、陽極化成槽 102 の槽内に陽極化成用の処理液を満たした状態で、マイナス電極 129 を該処理液中に浸漬してシリコン基板 101 に対向させると共にプラス電極 114 をシリコン基板 101 の裏面に接触させる。

【0096】マイナス電極 129 は、陽極化成反応によって生じるガス（例えば、水素ガス）が該マイナス電極 129 の下部に溜まることを防止するために、複数のガス抜き用の穴 130 を有する。なお、マイナス電極 129 にガス抜き用の穴 130 を設ける代わりに、例えば、マイナス電極 129 をメッシュ状にしてもよい。

【0097】マイナス電極 129 は、連結部材 128 によってモータ 127 の軸に連結されており、モータ 127 によって操作される。具体的には、陽極化成処理を実施する際は、マイナス電極 129 は、モータ 127 によってシリコン基板 101 に対向する位置に回転される。この状態で、マイナス電極 129 はその電極面が水平になる。一方、陽極化成処理以外の処理を実施する際は、マイナス電極 129 は、モータ 127 によって、陽極化成槽 102 の上方に回転される。マイナス電極 129 は、電源装置（不図示）のマイナス電極に接続される。

【0098】モータ 127 は、マイナス電極 129 とシリコン基板 101 とを実質的に平行に保った状態で、マイナス電極 129 とシリコン基板 101 との間隔を微調

整する機能も有する。これにより、陽極化成の条件を変更することができる。ただし、マイナス電極 129 とシリコン基板 101 とを実質的に平行に保った状態でマイナス電極 129 を昇降させることができる量は僅かであるので、この量を大きくする場合には、例えば、マイナス電極 129 を垂直方向に移動させるための操作機構を採用することが好ましい。

【0099】マイナス電極 129 は、陽極化成用の処理液に対して耐性のある材料で構成されることが好ましい。例えば、陽極化成用の処理液として HF 溶液を採用する場合は、マイナス電極 129 は、耐 HF 製の材料である白金等で構成されることが好ましい。

【0100】プラス電極 114 は、少なくともシリコン基板 101 と接触する部分は、シリコン基板 101 と同質の材料、即ちシリコン材料で構成されることが好ましい。このシリコン材料は、比抵抗が小さいことが好ましい。プラス電極 114 をシリコン材料で構成することにより、シリコン基板 101 がプラス電極 114 の構成材料によって汚染されることを防止することができる。プラス電極 114 は、陽極化成用の処理液（例えば、HF 溶液）に接触しないため、プラス電極 114 をシリコン材料で構成した場合においても、その表面が変質する可能性は低い。

【0101】プラス電極 114 の表面には、シリコン基板 101 の裏面を吸着するために、真空吸着用の円環状の溝 115 が設けられている。この溝 115 は、吸引孔 118 及びシール部 119 を介して真空ライン 120 に通じている。真空ライン 120 は、真空ポンプ（不図示）に接続される。吸引孔 118 は、下部電極 116 及び電極支持体 117 の内部を通して回転軸 120 の側壁に通じている。回転軸 135 の外周には、吸引孔 118 の出口を取り囲むようにして円環状のシール部 119 が取り付けられており、このシール部 119 は真空ライン 120 に連結されている。従って、真空ライン 120 に接続されている真空ポンプを作動させることにより、プラス電極 114 の表面にシリコン基板 101 を吸着させることができる。

【0102】下部電極 116 は、プラス電極 114 の全面に同電位の電圧を印加するための電極である。下部電極 116 には、プラス電極 114 を着脱するための機構を設けることが好ましい。プラス電極 114 が汚染された場合や損傷した場合に該プラス電極 114 を交換する作業を容易にするためである。

【0103】下部電極 116 は、リード線 122 を介して、回転軸 122 に固定された円環状の電極 121 に接続されている。円環状の電極 121 には、リード線 123 が接触ブラシ（不図示）を介して接続されている。リード線 123 は、電源装置（不図示）のプラス端子に接続される。

【0104】下部電極 116 は、絶縁材料からなる電極

支持部 117 の上に固定されており、電極支持部 117 は、モータ 124 の回転軸 135 に固定されている。従って、プラス電極 114、下部電極 116、電極支持部 117 及び回転軸 135 は、モータ 124 が発生する駆動力によって、一体的に回転する。

【0105】モータ 124 は、昇降用アクチュエータ（例えば、エアシリンダ）126 のロッド 125 上に固定されており、モータ 124 及びその上の構造物は、昇降用アクチュエータ 126 が発生する駆動力によって昇降する。

【0106】支持体 131 は、陽極化成槽 102 を支持すると共に昇降用アクチュエータ 113 及び 126 を支持する。

【0107】図 11 は、図 2～図 10 に示す陽極化成装置 100 を備える陽極化成システムの概略構成を示す平面図である。

【0108】この陽極化成システム 200 は、図 2～図 10 に示す 2 つの陽極化成装置 100 と、ロード 201 と、アンロード 202 と、搬送ロボット 205 と、コントローラ 210 とを備える。この陽極化成システム 200 では、2 つの陽極化成装置 100 を利用して、陽極化成処理、洗浄処理及び乾燥処理の一連の処理を並行して実行することによりスループットを向上させている。なお、3 つ以上の陽極化成装置を備えてもよく、これにより更にスループットを向上させることができる。

【0109】図 12 は、図 11 に示す陽極化成システム 200 の概略的な動作を示すフローチャートである。このフローチャートに示す処理は、コントローラ 210 によって制御される。コントローラ 210 は、例えば、各種の指示を入力するための入力部（操作部）と、処理の状況等を表示する表示部と、プログラムを格納したメモリと、該プログラムを実行する CPU と、該 CPU から命令に従って各装置を駆動する駆動部とを有する。このコントローラ 210 は、一般的なコンピュータシステムによって構築することもできる。

【0110】この陽極化成システム 200 は、ロード 201 に、未処理のシリコン基板 101 を収容したキャリア 203 がセットされ、アンロード 202 に、処理済みのシリコン基板 101 を収容するためのキャリア 204 がセットされ、ユーザから処理の開始が指示されることにより、図 12 のフローチャートに示す処理を開始する。なお、以下では、説明を簡単にするため、1 つの陽極化成装置 100 を利用した処理に関してのみ言及するが、実際には、この陽極化成システム 100 では、2 つの陽極化成装置 100 を利用して 2 枚のシリコン基板 101 を略同時に処理することができる。

【0111】まず、ステップ S301 では、図 2 に示すように、昇降用アクチュエータ 113 によりリフトピン 111 を上方に移動させる。次いで、搬送ロボット 205 により、ロード 201 上のキャリア 203 に水平に収

容されたシリコン基板 101 をその下面を下方から支持して取り出して、該シリコン基板 101 を水平に維持したままリフトピン 111 上に載置する。

【0112】ステップ S302 では、図 3 に示すように、昇降用アクチュエータ 113 により、シリコン基板 101 を下方から支持しているリフトピン 111 を下端まで下降させる。シリコン基板 101 は、リフトピン 111 が下端まで下降する途中で、陽極化成槽 102 の底部の吸着パッド 104 によって下方から支持される。次いで、吸着パッド 104 の溝 104a を減圧することにより、シリコン基板 101 を吸着パッド 104 に吸着させる。

【0113】ステップ S303 では、図 3 に示すように、モータ 127 により、マイナス電極 129 をシリコン基板 101 に対向させる。

【0114】ステップ S304 では、昇降用アクチュエータ 126 により、プラス電極 114 を上昇させて、該プラス電極 114 の表面をシリコン基板 101 の裏面に接触させる。次いで、プラス電極 114 の表面の溝 115 を減圧することによりシリコン基板 101 をプラス電極 114 に吸着させる。

【0115】ステップ S305 では、図 4 に示すように、陽極化成用の処理液（電解質溶液）としての HF 溶液 132 を供給ライン 107a を介して注入口 106a から陽極化成槽 102 に注入して槽内を満たすと共に該 HF 溶液 132 を排出口 108a から回収ライン 109a を介して排出しながら、不図示の循環系により HF 溶液を循環させる。

【0116】この循環系には、陽極化成槽 102、注入口 106a、排出口 108a、供給ライン 107a 及び回収ライン 109a の他、例えば、HF 溶液 132 を収容するタンク、循環用のポンプ及びフィルタ等が含まれる。この循環系には、濃度計や、該濃度計による計測結果及び目標濃度に従って HF 溶液 132 の濃度を増減させるための濃度調整装置を含めてもよい。HF 溶液 132 の濃度は、例えば、吸光度を測定することにより計測することができる。

【0117】ステップ S306 では、図 4 に示すように、HF 溶液 132 を循環させた状態で、不図示の電源装置によりマイナス電極 129 とプラス電極 114 との間に電圧を印加して、シリコン基板 101 に陽極化成処理を施す。この処理によりシリコン基板 101 の表面に多孔質シリコン層が形成される。この電源装置は、コントローラ 210 による制御に従って、出力する電圧及び電流を調整する機能を有する。

【0118】ステップ S307 では、図 5 に示すように、モータ 127 により、マイナス電極 129 を上方に退避させる。

【0119】ステップ S308 では、図 5 に示すように、HF 溶液の供給を停止すると共に、回収ライン 10

9a を介して陽極化成槽 102 から HF 溶液を回収する。

【0120】ステップ S309 では、図 6 に示すように、吸着パッド 104 によるシリコン基板 101 の吸着を解除し、昇降用アクチュエータ 126 によりシリコン基板 101 を上昇させ、モータ 124 によりシリコン基板 101 を高速に回転させる。これにより、シリコン基板 101 に付着している HF 溶液を遠心力により振り落とす。次いで、図 7 に示すように、昇降用アクチュエータ 126 により、シリコン基板 101 の裏面が吸着パッド 104 に接触するまで、該シリコン基板 101 を下降させて、その後、吸着パッド 104 にシリコン基板 101 を吸着させる。なお、ステップ S309 を省略することにより、一連の処理を高速化することも有効である。

【0121】ステップ S310 では、図 7 に示すように、洗浄用の処理液（洗浄液）133 を供給ライン 107b を介して注入口 106b から陽極化成槽 102 に注入して槽内を満たすと共に該洗浄液 133 を排出口 108b から回収ライン 109b を通して回収用タンクに回収しながらシリコン基板 101 を洗浄する。

【0122】洗浄液 133 としては、例えば、界面活性剤を添加した純水が好適である。より具体的には、洗浄液 133 としては、界面活性剤としてアルコールを 5～10% 程度の割合で含む純水が好適である。界面活性剤を含む洗浄液を使用することにより、シリコン基板 101 に形成された多孔質シリコン層の多数の孔に効果的に洗浄液を染み込ませることができる。

【0123】ここで、第 1 段階で、シリコン基板 101 に界面活性剤を供給し、第 2 段階で、シリコン基板 101 に純水を供給することにより、シリコン基板 101 を洗浄することも有効である。

【0124】また、超音波洗浄法を適用して、この洗浄工程をシリコン基板 101 に超音波を供給しながら実施してもよい。超音波を供給することにより洗浄時間を短縮することができる。

【0125】ステップ S311 では、図 8 に示すように、洗浄液の供給を停止すると共に、回収ライン 109b を介して陽極化成槽 102 から洗浄液を回収用タンクに回収する。

【0126】ステップ S312 では、図 9 に示すように、吸着パッド 104 によるシリコン基板 101 の吸着を解除し、昇降用アクチュエータ 126 によりシリコン基板 101 を上昇させ、モータ 124 によりシリコン基板 101 を高速に回転させる。これにより、シリコン基板 101 に付着している洗浄液を遠心力により振り落としてシリコン基板 101 を乾燥させる。

【0127】ステップ S313 では、プラス電極 114 へのシリコン基板 101 の吸着を解除すると共に、図 1 に示すように、昇降用アクチュエータ 113 によりリフトピン 111 を上昇させることにより、リフトピン 11

1によってシリコン基板101をその下方から水平に支持した状態で該シリコン基板101を所定位置まで上昇させる。次いで、搬送ロボット205により、リフトピン111上のシリコン基板101を下方から支持して受け取って、水平な状態でアンローダ202上のキャリア204に収容する。

【0128】ステップS314では、未処理のシリコン基板101が残っているか否かを判断し、未処理のシリコン基板101が残っている場合には、処理をステップS301に戻して、当該シリコン基板101についてス

テップS301～S313の処理を実行し、一方、未処理のシリコン基板101がない場合には一連の処理を終了する。

【0129】〔第2の実施の形態〕以下、本発明の第2の実施の形態に係る自動陽極化成装置について説明する。この実施の形態に係る自動陽極化成装置は、陽極化成処理を実施する装置として第1の実施の形態に係る陽極化成装置100を備え、洗浄処理及び乾燥処理を実施する装置として別個の後処理装置を備える。

【0130】図13～図16は、本発明の第2の実施の

形態に係る後処理装置の概略構成を示す図である。図17は、本発明の第2の実施の形態に係る陽極化成システム

の概略構成を示す平面図である。

【0131】まず、図13～図16を参照して本発明の好適な実施の形態に係る後処理装置400の構成について説明する。この後処理装置400は、概略的には、第1の実施の形態に係る陽極化成装置100の構成から一部の機能を削除した構成を有する。即ち、この後処理装置400は、陽極化成処理が施されたシリコン基板を洗浄し乾燥させるために使用されるので、陽極化成のための電極及びそれに関連する構成要素を第1の実施の形態に係る陽極化成装置100から削除した構成を有する。なお、後処理装置として、第1の実施の形態に係る陽極化成装置100をそのまま使用することもできる。

【0132】この後処理装置400では、マイナス電極129及びそれに関連する構成要素である連結部材128及びモータ127が削除されている。また、この後処理装置400では、下部電極116及びそれに関連する構成要素であるリード線122、円環状の電極121及びリード線123等が削除されている。

【0133】また、この後処理装置400では、プラス電極114の代わりに、吸着部114'が設けられている。ただし、この吸着部114'は、プラス電極114と同様に、シリコン材料で構成されることが好ましい。吸着部114'をシリコン材料で構成するkとおにより、シリコン基板101が吸着部114'の構成材料によって汚染されることを防止することができる。

【0134】また、この後処理装置400では、電極支持部117の代わりに、吸着部114'を支持するための支持部401が設けられている。この支持部401に

は、吸着部114'を着脱するための機構を設けることが好ましい。吸着部114'が汚染された場合や損傷した場合に該吸着部114'を交換する作業を容易にするためである。

【0135】また、この後処理装置400では、回転軸135の代わりに、回転軸402が設けられている。ただし、回転軸135と回転軸402との相違点は、回転軸135は、シリコン基板101に電源を供給するための構造を有する一方、回転軸402は、その構造を有しない点のみである。

【0136】また、この後処理装置400は、例えば、第1の実施の形態に係る陽極化成装置100の陽極化成槽と同一の構造を有する処理槽102'を有する。

【0137】次いで、図17を参照しながら本発明の好適な実施の形態に係る陽極化成システム500について説明する。この陽極化成システム500は、図2～図10に示す2つの陽極化成装置100a及び100bと、図13～図16に示す2つの後処理装置400a及び400bと、ローダ201と、アンローダ202と、搬送ロボット205と、コントローラ510とを備える。この自動陽極化成装置500では、2つの陽極化成装置と、2つの後処理装置とを利用して、陽極化成処理、洗浄処理及び乾燥処理を並行して実行することによりスループットを向上させている。なお、3組以上の陽極化成装置及び後処理装置を備えてもよく、これにより更にスループットを向上させることができる。

【0138】図18は、図17に示す陽極化成システム500によるシリコン基板の処理の流れを模式的に示す図である。図18において、基板no. x (例えば、基板No. 1) は、処理対象のシリコン基板の番号を示している。また、t x (例えば、t1) は、搬送ロボット205の動作手順を示しており、t1, t2, t3...の順にシリコン基板101が搬送される。また、図中の横線は、第1の陽極化成装置100a、第2の陽極化成装置100b、第1の後処理装置400a及び第2の後処理装置400bの各装置による処理を示しており、図中の斜め線は、搬送ロボット205による搬送処理を示している。

【0139】この陽極化成システム500では、陽極化成処理と、洗浄及び乾燥処理とを別個の装置によって実施するため、例えば、陽極化成用の処理液と洗浄処理用の処理液(洗浄液)とが槽内で混ざること防止することができる。

【0140】図19は、1枚のシリコン基板に着目した場合における図17に示す陽極化成システム500の動作を概略的に示すフローチャートである。

【0141】まず、ステップS601では、図2に示すように、陽極化成装置100a又は100bの昇降用アクチュエータ113によりリフトピン111を上方に移動させる。次いで、搬送ロボット205により、ローダ

201上のキャリア203に水平に收容されたシリコン基板101をその下面を下方から支持して取り出して、該シリコン基板101を水平に維持したまま陽極化成装置100a又は100bのリフトピン111上に載置する。

【0142】ステップS602では、図3に示すように、陽極化成装置100a又は100bの昇降用アクチュエータ113により、シリコン基板101を下方から支持しているリフトピン111を下端まで下降させる。シリコン基板101は、リフトピン111が下端まで下降する途中で、陽極化成槽102の底部の吸着パッド104によって下方から支持される。次いで、吸着パッド104の溝104aを減圧することにより、シリコン基板101を吸着パッド104に吸着させる。

【0143】ステップS603では、図3に示すように、モータ127により、マイナス電極129をシリコン基板101に対向させる。

【0144】ステップS604では、陽極化成装置100a又は100bの昇降用アクチュエータ126により、プラス電極114を上昇させて、該プラス電極114の表面をシリコン基板101の裏面に接触させる。次いで、プラス電極114の表面の溝115を減圧することによりシリコン基板101をプラス電極114に吸着させる。

【0145】ステップS605では、図4に示すように、陽極化成用の処理液（電解質溶液）としてのHF溶液132を供給ライン107aを介して注入口106から陽極化成槽102に注入して槽内を満たすと共に該HF溶液132を排出口108から回収ライン109aを介して排出しながら、不図示の循環系によりHF溶液132を循環させる。

【0146】この循環系には、前述のように、陽極化成槽102、注入口106a、排出口108a、供給ライン107a及び回収ライン109aの他、例えば、HF溶液132を收容するタンク、循環用のポンプ、フィルタ等が含まれる。この循環系には、濃度計や該濃度計による計測結果及び目標濃度に従ってHF溶液132の濃度を増減させるための濃度調整装置を含めてもよい。HF溶液132の濃度は、例えば、吸光度を測定することにより計測することができる。

【0147】ステップS606では、図4に示すように、HF溶液132を循環させた状態で、不図示の電源装置によりマイナス電極129とプラス電極114との間に電圧を印加して、シリコン基板101に陽極化成処理を施す。この処理によりシリコン基板101の表面に多孔質シリコン層が形成される。この電源装置は、コントローラ510による制御に従って、出力する電圧及び電流を調整する機能を有する。

【0148】ステップS607では、図5に示すように、モータ127により、マイナス電極129を上方に

退避させる。

【0149】ステップS608では、図5に示すように、HF溶液の供給を停止すると共に、回収ライン109aを介して陽極化成槽102からHF溶液を回収する。

【0150】ステップS609では、図6に示すように、吸着パッド104によるシリコン基板101の吸着を解除し、昇降用アクチュエータ126によりシリコン基板101を上昇させ、モータ124によりシリコン基板101を高速に回転させる。これにより、シリコン基板101に付着しているHF溶液を遠心力により振り落とす。

【0151】ステップS610では、まず、プラス電極114へのシリコン基板101の吸着を解除すると共に、図1に示すように、昇降用アクチュエータ113によりリフトピン111を上昇させて、リフトピン111によりシリコン基板101をその下方から水平に支持した状態で所定位置まで上昇させる。

【0152】これと並行して、図13に示すように、後処理装置400a又は400bでは、その昇降用アクチュエータ113によりリフトピン111を上方に移動させる。

【0153】次いで、搬送ロボット205により、陽極化成装置100a又は100bのリフトピン111上のシリコン基板101を下方から支持して受け取って、該シリコン基板101を水平に維持したまま後処理装置400a又は400bのリフトピン111上に載置する。

【0154】ステップS611では、図14に示すように、後処理装置400の昇降用アクチュエータ126によりリフトピン111を下端まで移動させることにより、シリコン基板101の裏面を吸着パッド104に接触させ、その後、吸着パッド104にシリコン基板101を吸着させる。

【0155】ステップS612は、図14に示すように、洗浄用の処理液（洗浄液）133を供給ライン107bを介して注入口106bから後処理装置400a又は400bの処理槽102'に注入して槽内を満たすと共に該洗浄液133を排出口108bから回収ライン109bを通して回収用タンクに回収しながらシリコン基板101を洗浄する。

【0156】洗浄液133としては、例えば、界面活性剤を添加した純水が好適である。より具体的には、洗浄液133としては、界面活性剤としてアルコールを5～10%程度の割合で含む純水が好適である。界面活性剤を含む洗浄液を使用することにより、シリコン基板101に形成された多孔質シリコン層に効果的に洗浄液を染み込ませることができる。

【0157】ここで、第1段階で、シリコン基板101に界面活性剤を供給し、第2段階で、シリコン基板101に純水を供給することにより、シリコン基板101を

洗浄することも有効である。

【0158】また、超音波洗浄法を適用して、この洗浄工程をシリコン基板101に超音波を供給しながら実施してもよい。超音波を供給することにより洗浄時間を短縮することができる。

【0159】ステップS613では、図15に示すように、洗浄液の供給を停止すると共に、回収ライン109bを介して後処理装置400a又は400bの処理槽102'から洗浄液を回収用タンクに回収する。

【0160】ステップS614では、図16に示すように、吸着パッド104によるシリコン基板101の吸着を解除し、昇降用アクチュエータ126によりシリコン基板101を上昇させ、モータ124によりシリコン基板101を高速に回転させる。これにより、シリコン基板101に付着している洗浄液を遠心力により振り落としてシリコン基板101を乾燥させる。

【0161】ステップS615では、まず、プラス電極114へのシリコン基板101の吸着を解除すると共に、図13に示すように、後処理装置400a又は400bの昇降用アクチュエータ113によりリフトピン111を上昇させて、リフトピン111によりシリコン基板101をその下方から水平に支持した状態で所定位置まで上昇させる。次いで、搬送ロボット205により、リフトピン111上のシリコン基板101を下方から支持して受け取って、水平な状態でアンローダ202上のキャリア204に収容する。

【0162】

【発明の効果】本発明によれば、例えば、処理対象の基板を水平に保持すると共にマイナス電極を該基板の上方に配置し、更に該マイナス電極の下部にガスが溜まることを防止することにより、陽極化成反応によって生じるガスによる影響を低減することができる。

【0163】本発明によれば、例えば、プラス電極のうち少なくとも処理対象の基板に接触する部分を半導体材料で構成することにより、該基板の汚染を低減することができる。

【0164】本発明によれば、例えば、処理対象の基板を下方からのみ支持することにより、該基板の汚染を低減することができる。

【0165】本発明によれば、例えば、陽極化成処理、洗浄処理及び乾燥処理のうち少なくとも連続する2種類の処理を1つの処理槽の中で実施することにより、陽極化成処理及びそれに付随する一連の処理を高速化することができる。

【0166】本発明によれば、例えば、装置間において基板を水平な状態で受け渡しすることにより、例えば基板の落下等を効果的に防止することができ、基板の大口徑化への対応が容易になる。

【0167】本発明によれば、例えば、基板を水平な状態で下方から支持して一連の処理を実施することによ

り、例えば基板の落下等を効果的に防止することができ、基板の大口徑化への対応が容易になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の好適な実施の形態に係るSOI基板の製造方法を工程順に説明する図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態に係る陽極化成装置の概略構成を示す図である。

【図3】本発明の第1の実施の形態に係る陽極化成装置の概略構成を示す図である。

【図4】本発明の第1の実施の形態に係る陽極化成装置の概略構成を示す図である。

【図5】本発明の第1の実施の形態に係る陽極化成装置の概略構成を示す図である。

【図6】本発明の第1の実施の形態に係る陽極化成装置の概略構成を示す図である。

【図7】本発明の第1の実施の形態に係る陽極化成装置の概略構成を示す図である。

【図8】本発明の第1の実施の形態に係る陽極化成装置の概略構成を示す図である。

【図9】本発明の第1の実施の形態に係る陽極化成装置の概略構成を示す図である。

【図10】図2～図9に示す陽極化成装置の一部を上方から見た図である。

【図11】図2～図10に示す陽極化成装置を備える陽極化成システムの概略構成を示す平面図である。

【図12】図11に示す陽極化成システム200の概略的な動作を示すフローチャートである。

【図13】本発明の第2の実施の形態に係る後処理装置の概略構成を示す図である。

【図14】本発明の第2の実施の形態に係る後処理装置の概略構成を示す図である。

【図15】本発明の第2の実施の形態に係る後処理装置の概略構成を示す図である。

【図16】本発明の第2の実施の形態に係る後処理装置の概略構成を示す図である。

【図17】本発明の第2の実施の形態に係る陽極化成システムの概略構成を示す平面図である。

【図18】図17に示す陽極化成システム500によるシリコン基板の処理の流れを模式的に示す図である。

【図19】1枚のシリコン基板に着目した場合における図17に示す陽極化成システムの動作を概略的に示すフローチャートである。

【図20】従来例に係る陽極化成装置（特開昭60-94737号）の構成を示す図である。

【符号の説明】

- 10 第1の基板
- 11 単結晶Si基板
- 12 多孔質Si層
- 13 単結晶Si層
- 14 絶縁層

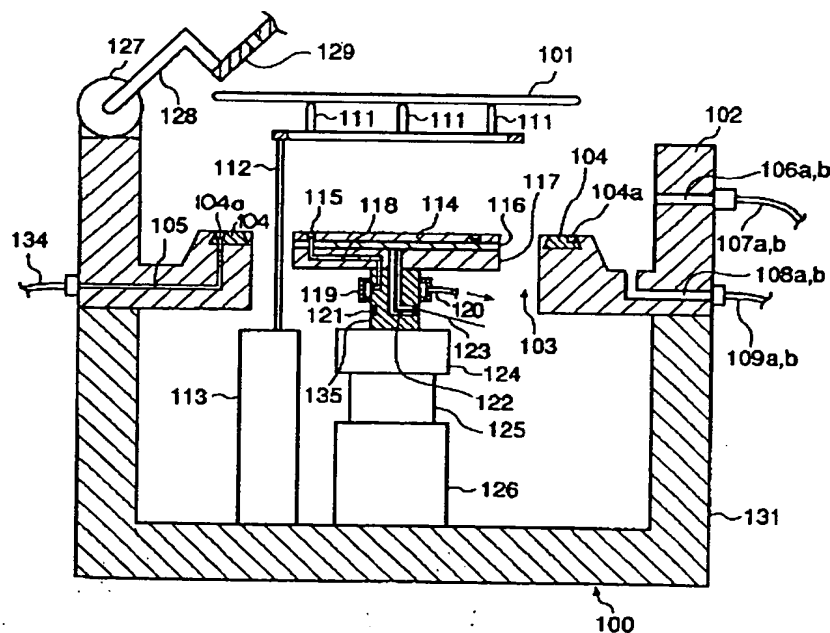
27

28

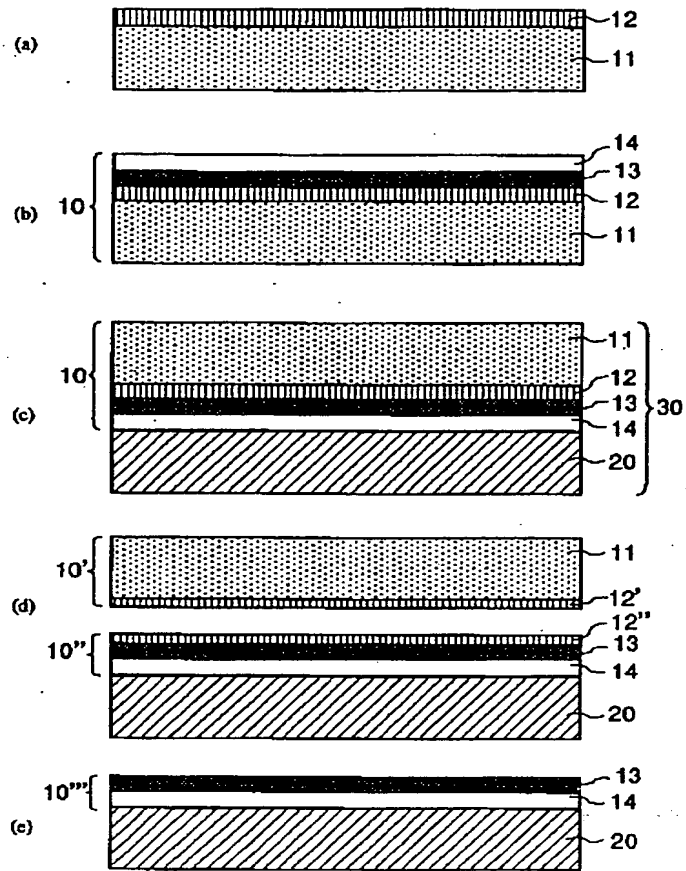
20 第2の基板
 30 貼り合わせ基板
 100, 100a, 100b 陽極化成装置
 101 シリコン基板
 102 陽極化成槽 (処理槽)
 103 開口部
 104 吸着パッド
 104a 溝
 105 吸引孔
 106a, 106b 注入口
 107a, 107b 供給ライン
 108a, 108b 排出口
 109a, 109b 回収ライン
 110 円環状部材
 111 リフトピン
 112 ロッド
 113 昇降用アクチュエータ
 114 プラス電極
 115 溝
 116 下部電極
 117 電極支持部
 118 吸引孔
 119 シール部
 120 真空ライン
 121 電極
 122 リード線
 123 リード線
 124 モータ
 125 ロッド

126 昇降用アクチュエータ
 127 モータ
 128 連結部材
 129 マイナス電極
 130 ガス抜き用の穴
 131 支持体
 132 HF溶液
 133 洗浄液
 134 真空ライン
 10 135 回転軸
 200 陽極化成システム
 201 ロータ
 202 アンローダ
 203, 204 キャリア
 205 搬送ロボット
 210 コントローラ
 102' 処理槽
 114' 吸着部
 400, 400a, 400b 後処理装置
 20 401 支持部
 402 回転軸
 500 陽極化成システム
 510 コントローラ
 1901 シリコン基板
 1902a, 1902b 陽極化成槽
 1903a, 1903b 白金電極
 1904a, 1904b Oリング
 1905a, 1905b HF溶液

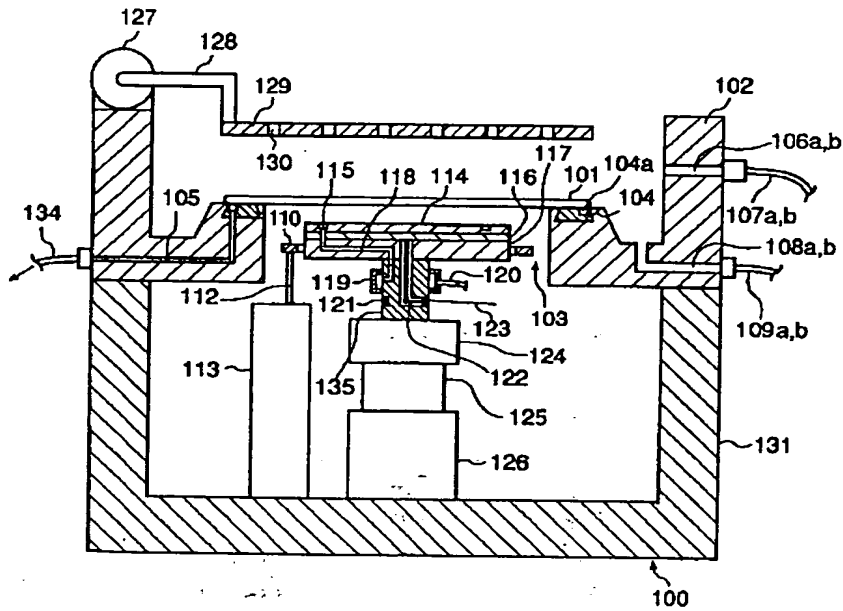
【図2】



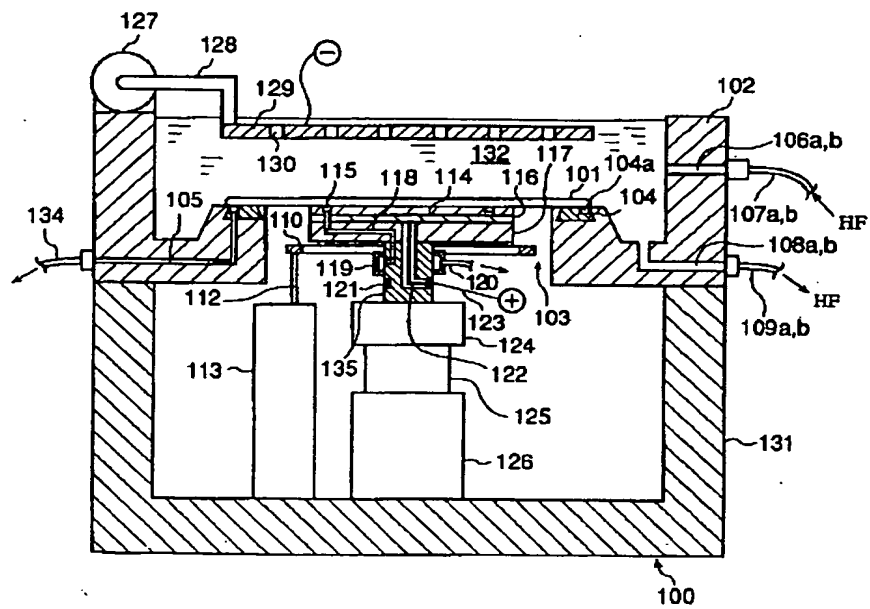
【図 1】



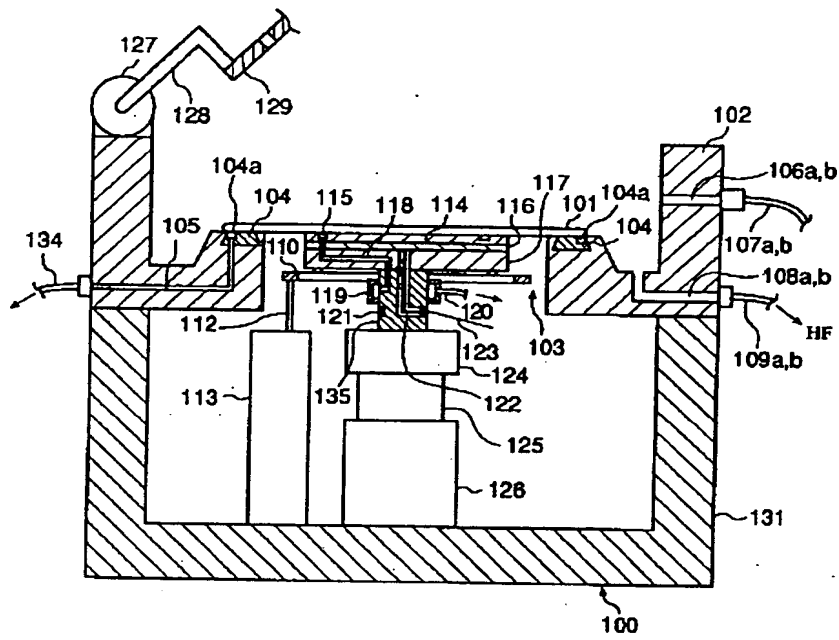
【図 3】



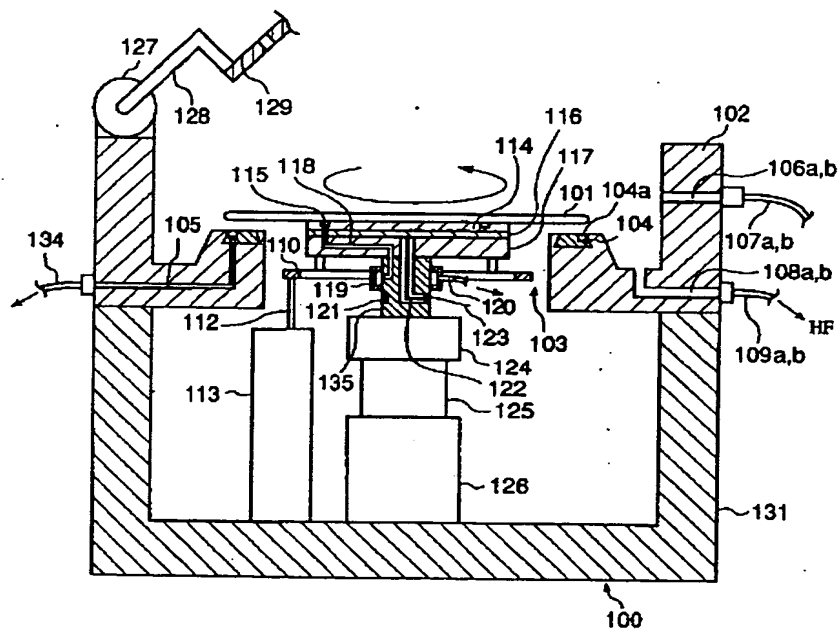
【図4】



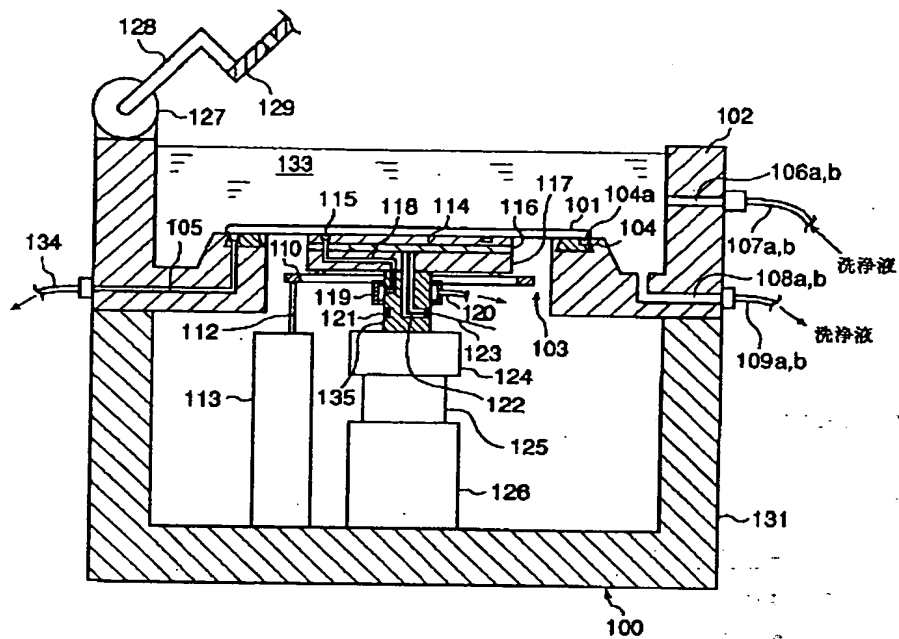
【図 5】



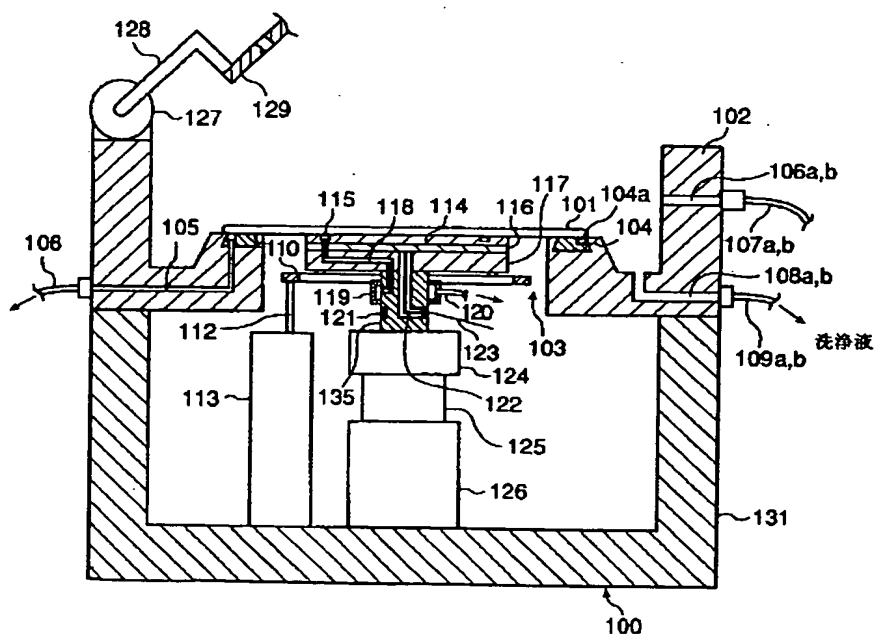
【図 6】



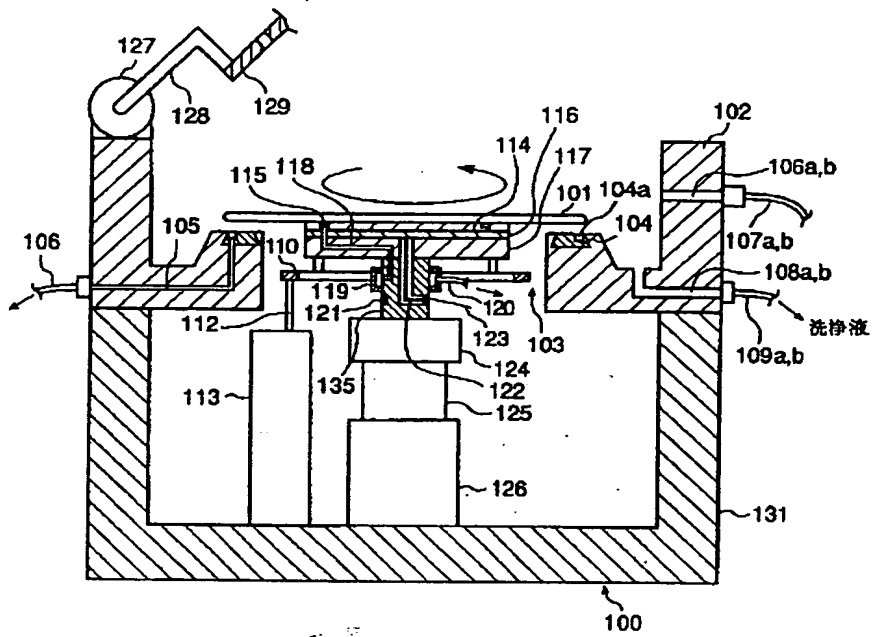
【圖 7】



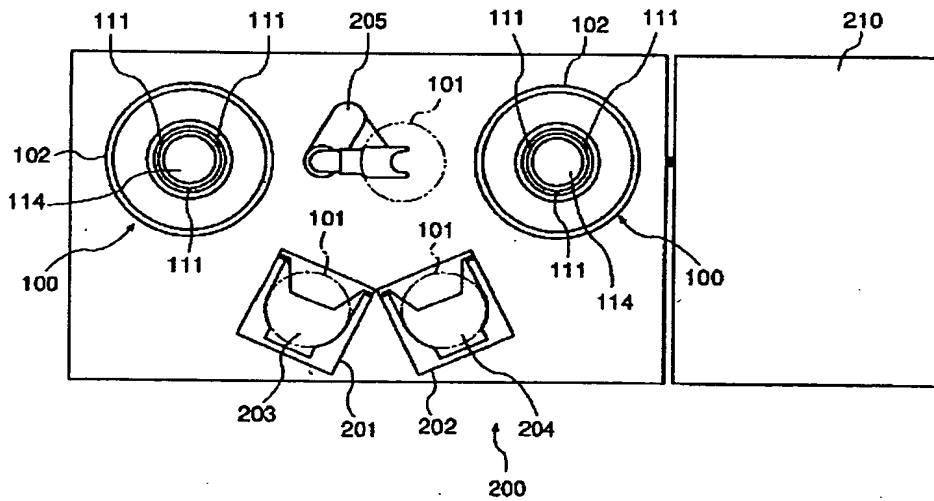
【图 8】



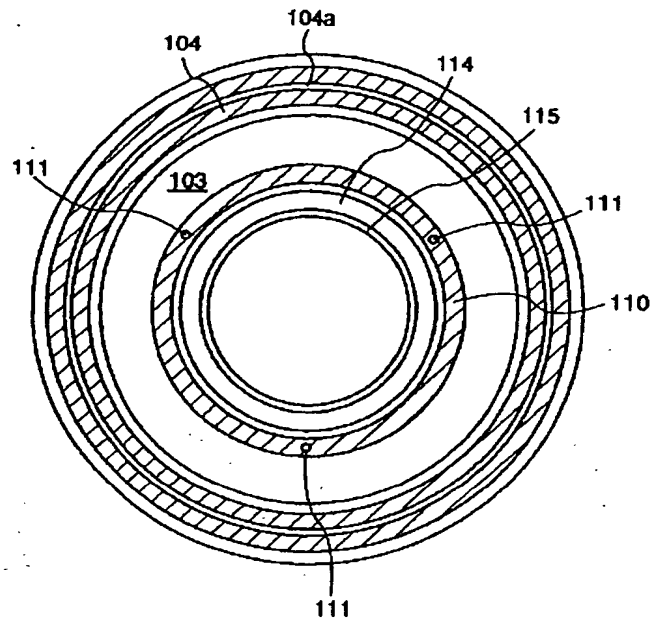
【図 9】



【図 11】



【図 10】



no. (1n/2n)

BEST AVAILABLE COPY

【図 12】

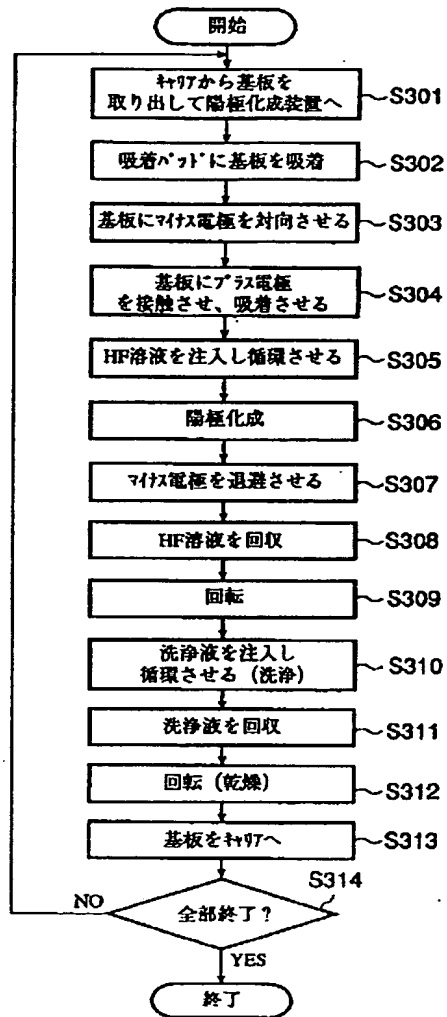
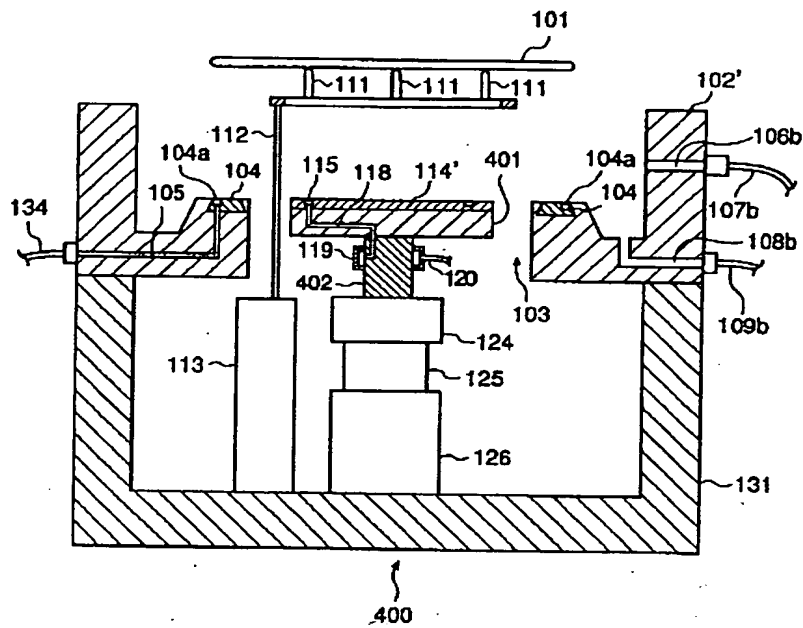


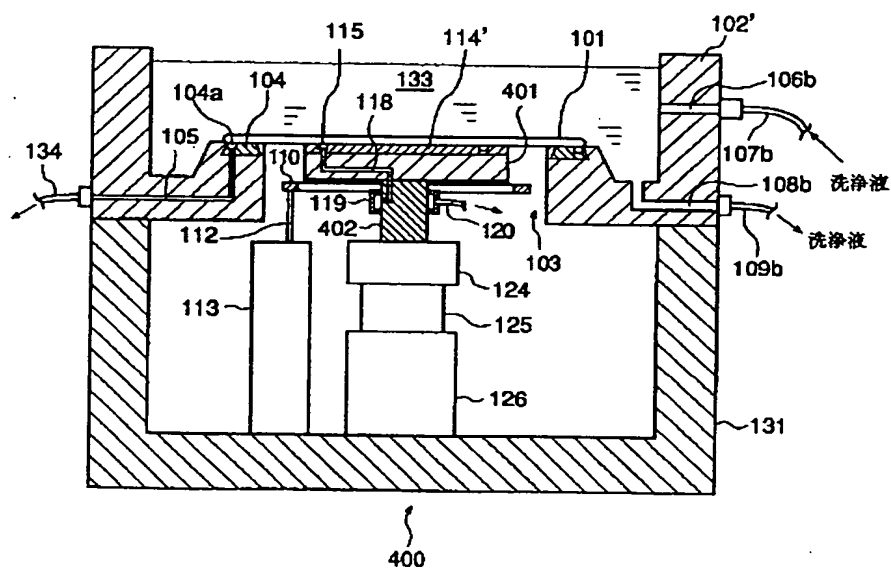
FIG. 12/201

BEST AVAILABLE COPY

【図 13】



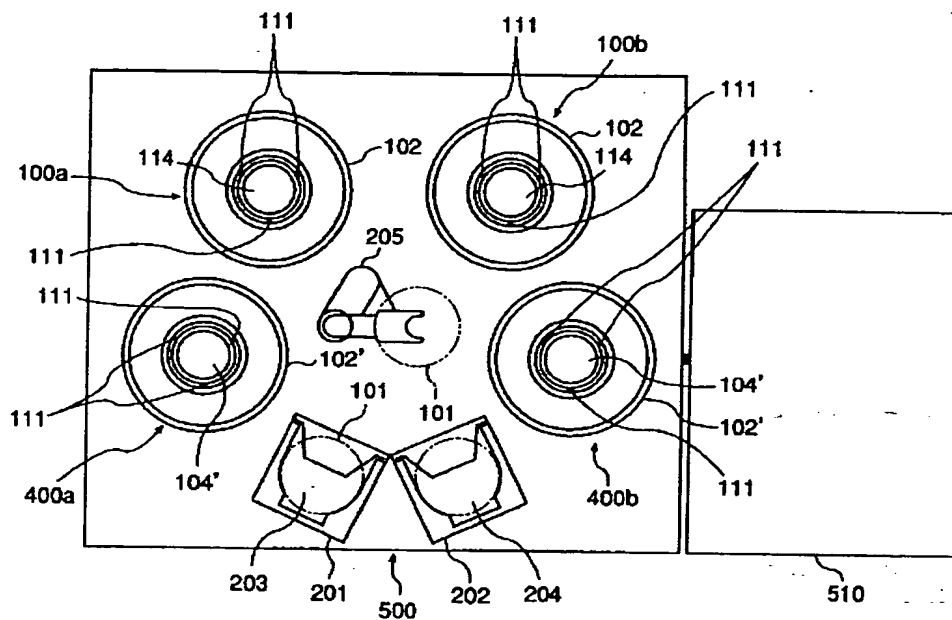
【图 1 4】



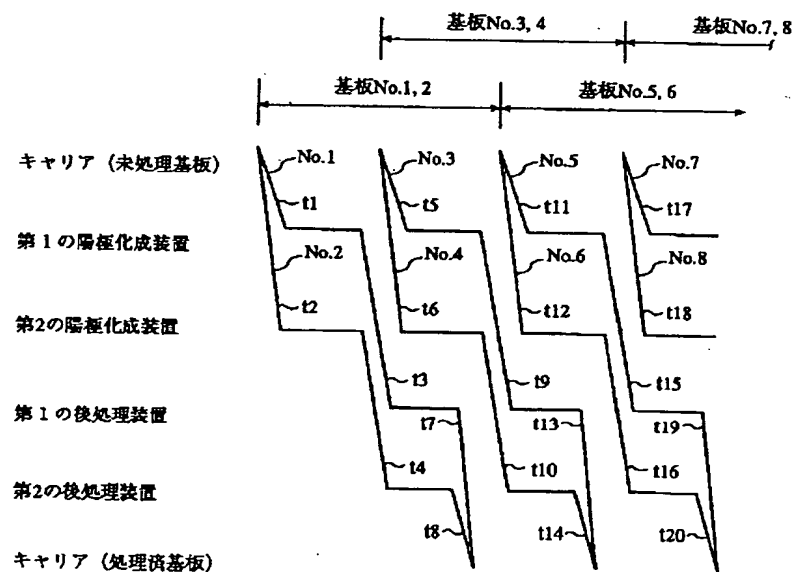
A cross-sectional view of a semiconductor device 400. The device includes a substrate 131. On the substrate, there is a central stack of layers consisting of 113, 112, 124, 125, and 126 from bottom to top. A gate structure 101 is formed over the stack, with regions 104, 104a, 104', and 105. A source/drain region 120 is adjacent to the gate. A contact pad 103 is connected to the stack via a contact plug 119. A wiring layer 134 is on the left, and a wiring layer 106b is on the right. A cleaning liquid inlet 107b is shown on the right side.

BEST AVAILABLE COPY

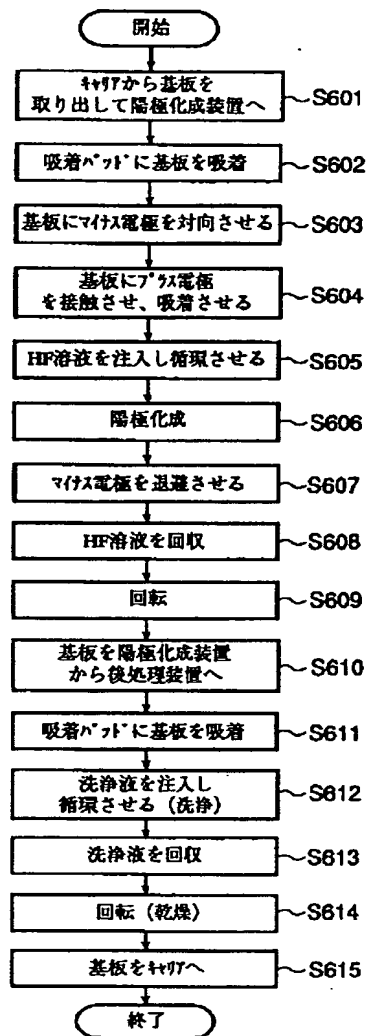
【図 17】



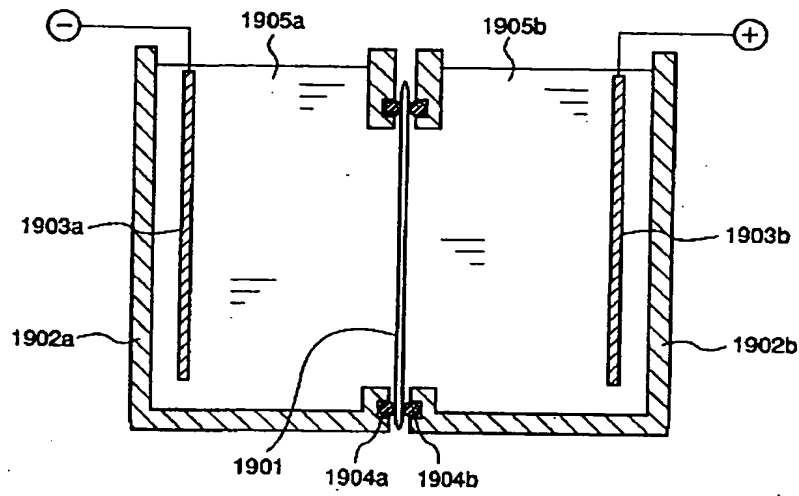
【図 18】



【図 19】



【図 20】



THIS PAGE BLANK (USPTO)